ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS.

ANALYSE HYDROTIMÉTRIQUE

DE QUELQUES RIVIÈRES

DU DÉPARTEMENT DE L'INDRE.

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

le mardi 11 avril 1865

pour obtenir le titre de pharmacien de première classe

PAR

ÉMILE-PAUL BRICEMORET,

Né à Issoudun (Indre),

Ex-interne des hôpitaux.



PARIS

IMPRIMÉ PAR E. THUNOT ET Cie

IMPRIMEUR DE L'ÉCOLE DE PHARMACIE

RUE RACINE, 26, PRÈS DE L'ODÉON

1865

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS.

ANALYSE HYDROTIMÉTRIQUE

DE QUELQUES RIVIÈRES

DU DÉPARTEMENT DE L'INDRE.

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

le mardi 11 avril 1865

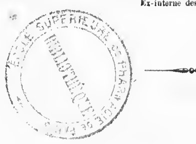
pour obtenir le titre de pharmacien de première classe

PAR

ÉMILE-PAUL BRICEMORET,

Né à Issoudun (Indre),

Ex-interne des hôpitaux.



PARIS

IMPRIMÉ PAR E. THUNOT ET Cie

IMPRIMEUR DE L'ÉCOLE DE PHARMACIE

RUE RACINE, 26, PRÈS DE L'ODÉON

1865

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE.

ADMINISTRATEURS.

MM. Bussy, Directeur.
Guibourt, Secrétaire, Agent comptable.
Valenciennes, Professeur titulaire.

PROFESSEUR HONORAIRE.

M. Caventou.

PROFESSEURS.

MM. Bussy	Chimie inorganique
Berthelot	Chimie organique.
Lecanu	Pharmacie.
Chevallier	Pharmacie.
Guibourt	Histoire naturelle des médicaments.
Chatin	Botanique.
Valenciennes	Zoologie.
Gaultier de Claubry	Toxicologie.
Buignet	Physique.

PROFESSEURS DÉLÉGUÉS DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE.

MM. Gavarret.
Wurtz.

AGRÉGÉS.

MM. Lutz.
L. Soubeiran.
Riche.
Bouis.

MM. Grassi.
A. Milne Edwards.
Baudrimont.

Nota. *L'École ne prend sous sa responsabilité aucune des opinions émises par les candidats.*

A MON PÈRE, A MA MÈRE.

A MES PARENTS ET A MES AMIS.

ANALYSE HYDROTIMÉTRIQUE

DE QUELQUES RIVIÈRES DU DÉPARTEMENT DE L'INDRE.



Le plateau central de la France auquel appartient le département de l'Indre est formé par une succession non interrompue de terrains de sédiment, depuis les roches plutoniques jusqu'aux alluvions les plus récentes. Notre département, si petit qu'il soit, présente surtout cette particularité d'époques géologiques se succédant naturellement et sans interruption. La contrée sud, dite région des Châtaigniers, nous offre des granits, des gneiss, des micaschistes, des schistes à graphite, etc. En s'avançant vers le nord, une bande étroite de trias sépare les terrains de cristallisation du calcaire jurassique. Cette époque géologique, jurassique inférieure, moyenne et supérieure, y est tout entière représentée.

Les vallées de la plupart des rivières, à partir des calcaires à gryphées, sont presque toutes formées par du terrain crétacé inférieur.

Au terrain tertiaire moyen appartient le reste du département. Quant aux alluvions récentes et aux terrains de formation moderne, ils sont fort rares et ne se rencontrent que dans quelques vallées des affluents du Cher.

Tant de terrains divers réunis dans un si petit espace donnent un intérêt particulier à l'étude géologique du département, étude commencée par un des membres de notre Société d'agriculture, homme aussi modeste qu'érudit. Pour faire suite à ses travaux, il m'engagea à rechercher la composi-

tion chimique des différents sols de notre contrée, et à essayer l'analyse des rivières traversant le département.

Je pensai comme lui, en faisant ce travail, être utile à nos agriculteurs en leur montrant le besoin de ces notions pour arriver à une culture bien entendue et à des assainissements raisonnés.

Un travail fait il y a quelques années par M. de la Tremblais sur la mortalité dans le département, me fit croire que l'inégale répartition de la moyenne des décès pourrait tenir aussi bien à la nature des eaux qu'à celle du sol.

Dans la plupart de nos campagnes, en effet, nos paysans ne boivent que des eaux de rivière. A un kilomètre du chef-lieu, les habitants de Deols et de Saint-Christophe n'avaient pour toute ressource que les eaux de l'Indre, et, chose digne de remarque, les habitants de ces faubourgs étaient à cette époque pour la plupart affligés du goître, infirmité inconnue dans la ville. Au reste, cette affection tend à diminuer depuis que l'eau de l'Indre a été abandonnée pour l'eau des fontaines.

Toutes ces considérations me firent changer l'ordre du travail que j'avais commencé, et au lieu de l'analyse des sols, j'entrepris de suite celle des rivières.

Mais là se présentait une difficulté presque insurmontable. J'essayai par la méthode ordinaire une analyse quantitative des principes minéraux dissous dans l'eau de l'Indre, et après deux mois de travail incessant, je n'avais réussi qu'à doser la chaux, le fer et l'acide carbonique.

Le peu de résidu laissé par les eaux de cette rivière nécessitait l'évaporation d'une grande quantité d'eau ; car 20 litres ne laissaient, après l'évaporation, que 3,70 de résidu.

J'eus recours alors à la méthode hydrotimétrique, le travail fait précédemment devant me servir à contrôler les résultats que j'obtiendrais.

La méthode hydrotimétrique, entrevue par le docteur Clarke, perfectionnée par MM. Boutron et Boudet, est aujourd'hui, entre les mains de M. Robinet, la source d'observations précieuses pour l'hydrologie. Heureux si je puis, par ces quelques pages, ajouter mon obole aux richesses qu'il a déjà acquises et concourir pour quelque chose au grand travail qu'il prépare !

Comme tout le monde le sait aujourd'hui, le fait fondamental sur lequel

repose la méthode hydrotimétrique est la production de la mousse dans l'eau pure par le savon, et l'obstacle que les bases terreuses y apportent en transformant le savon en composé insoluble.

Verse-t-on par hasard quelques gouttes d'une solution alcoolique de savon dans un flacon renfermant 40 cent. cubes d'eau distillée, on obtient par l'agitation une mousse persistante. Remplace-t-on cette eau distillée par une eau chargée de sels terreux, le savon se trouve décomposé et la production de mousse n'a lieu qu'au moment où se termine l'action des bases terreuses sur le savon.

La proportion de savon exigée par 40 cent. cubes d'eau de rivière pour fournir une mousse persistante indique la quantité de sels de chaux ou de magnésie maintenus en dissolution dans cette eau. Or le plus souvent la chaux et la magnésie constituent la majeure partie des principes minéralisants des eaux de sources et de rivières. Ces principes une fois déterminés, on connaît par là même la valeur des eaux relativement à l'usage auquel elles sont destinées.

Le mérite de cette méthode consiste dans la grande exactitude avec laquelle on arrive à cette détermination ; le phénomène de la mousse de savon est très-saillant, et le moment où les sels terreux cessent leur action (limite indiquée par ce phénomène) est très-facile à saisir.

La chaux, la magnésie existent dans les eaux de sources et de rivières à l'état de composés solubles, bicarbonates, sulfates, chlorures et rarement nitrates. Il est donc important de déterminer la quantité relative de ces différents corps unis aux bases. La méthode hydrotimétrique nous fournit un moyen facile d'y arriver,

L'acide carbonique qui se trouve dans toutes les eaux de rivières à l'état libre et combiné, exerce une action marquée sur le savon qu'il décompose en bicarbonate de soude et en acide gras. L'acide sulfurique et le chlore combinés à la chaux et à la magnésie agissent de la même façon et forment un savon insoluble à base de chaux ou de magnésie, des sulfates de chaux, de magnésie, ou des chlorures correspondants.

Les autres substances en dissolution dans les eaux de rivières, telles que la potasse, la soude, le fer, la silice et l'alumine, etc., s'y trouvent en quantité très-faible ; et bien qu'agissant aussi sur le savon, elles ne peuvent infirmer les résultats obtenus.

Disons maintenant quelques mots sur la préparation des réactifs, la méthode à suivre pour déterminer successivement les quantités de sels de chaux, de magnésie, l'acide carbonique, l'acide sulfurique et le chlore qui se trouvent dans les eaux de rivières ou de sources.

Le principal réactif est une liqueur de savon préparée de la façon suivante :

Dans 1,600 gr. d'alcool, on dissout 100 gr. de savon de Marseille (blanc). Après refroidissement, on filtre et l'on ajoute 1,000 d'eau distillée. Cette liqueur est étendue, soit d'eau distillée, ou bien additionnée de soluté alcoolique de savon, jusqu'à ce que, essayée au moyen de 40 centim. cubes d'une dissolution *normale* de chlorure de calcium, contenant 0,25 de sel par litre d'eau, elle donne une mousse persistante avec 22° de la burette.

La graduation de la burette est faite de telle façon, que 2 centimètres cubes quatre dixièmes, pris à partir d'un trait circulaire marqué en haut de la burette, soient divisés en 23 parties égales. Le 0 est marqué au premier trait au-dessous du précédent, l'expérience ayant démontré que cette quantité de liqueur d'épreuve suffisait pour produire une mousse persistante dans 40 centim. cubes d'eau distillée. Ce degré est donc réservé à cet usage, et le 22e degré correspond à la 23e division.

Chaque degré contient sensiblement 0,1 de savon neutralisé par un litre de solution de chlorure de calcium.

Les recherches de l'acide sulfurique et du chlore se font, l'une au moyen d'une solution d'azotate de baryte, contenant par 100 gr. d'eau distillée 2gr,14 de sel. 1 centim. cube correspond à 20° hydrotimétrique.

La seconde liqueur, au même titre que la précédente, est faite en dissolvant 2gr,78 d'azotate d'argent dans 100 grammes d'eau distillée.

Enfin, pour précipiter la chaux, on emploie une solution d'oxalate d'ammoniaque au 60e.

Voyons maintenant comment on opère.

On commence par déterminer le degré hydrotimétrique de l'eau à l'état naturel. L'eau précipitée par l'oxalate d'ammoniaque est ensuite filtrée après une demi-heure de repos, et essayée à l'hydrotimètre.

Le premier résultat obtenu correspondait à la somme des actions exercées

par la chaux, la magnésie et l'acide carbonique. La chaux étant éliminée, les deux derniers corps agissent seulement sur le savon, et la différence entre les deux déterminations donnera le degré hydrotimétrique correspondant aux sels de chaux.

Si l'on fait bouillir l'eau et qu'après refroidissement on la ramène à son volume primitif, le carbonate de magnésie se déposera d'abord avec le carbonate de chaux, mais se dissoudra ensuite par l'agitation, et l'eau filtrée ne contiendra plus que les sels de chaux solubles et les sels de magnésie. L'action produite sur le savon sera donc seulement due à ces deux corps. Mais quelque prolongée que soit l'ébullition du liquide, une partie du carbonate de chaux reste en dissolution. Des expériences précises ont démontré que l'eau retenait environ par litre 3 milligr. de carbonate, quantité correspondant à 3° hydrotimétriques. Retranchant 3° du nombre obtenu, et cette différence du degré hydrotimétrique de l'eau naturelle, nous aurons le degré correspondant au carbonate de chaux et à l'acide carbonique.

Le degré de l'eau bouillie filtrée, précipitée par l'oxalate d'ammoniaque, correspondau selde magnésie.

Pour l'acide sulfurique, on ajoute à l'eau dont le degré hydrotimétrique est connu, de l'azotate de baryte en quantité telle que le degré de la liqueur ajoutée soit égal à celui de l'eau. Après filtration l'abaissement du degré hydrotimétrique indique la proportion d'acide sulfurique combiné.

L'opération s'exécute de la même manière pour le chlore.

Il est maintenant facile d'arriver à déterminer la quantité de ces différents sels correspondant au degré hydrotimétrique.

La graduation de la burette est faite de telle façon, et la composition de la liqueur d'épreuve ainsi réglée, qu'en opérant sur 40 centimètres cubes d'une dissolution quelconque de chlorure de calcium, on puisse par ledegré hydrotimétrique connaître la quantité de sel dissous.

Il est évident qu'une dissolution d'un sel quelconque, magnésie ou chaux, peut être analysée au moyen de la liqueur d'épreuve aussi facilement qu'une dissolution de chlorure de calcium; et par un simple calcul de proportions, il serait facile de fixer les poids correspondant aux divers degrés hydroti-

métriques. Ce calcul, fait par MM. Boutron et Boudet, m'a servi pour établir les proportions des divers sels contenus dans les rivières suivantes :

Indre.

Sources des Religieuses.

Angolin.

Trégonce.

Théols.

Tournemine.

Arnon.

Sephons.

Fouzon.

Nahon.

Claise.

Bouzanne.

Anglin.

Creuse.

Eau de l'Indre prise à Châteauroux, au pont de Saint-Christophe.

J'ai déterminé pour cette eau la température :

1° Le degré hydrotimétrique de l'eau naturelle;

2° Le degré hydrotimétrique de l'eau précipitée par l'oxalate d'ammoniaque;

3° Le degré hydrotimétrique après l'ébullition;

4° Le degré hydrotimétrique après l'ébullition et précipitation avec l'oxalate d'ammoniaque;

5° Le degré hydrotimétrique de l'eau additionnée de solution barytique;

6° Le degré hydrotimétrique de cette eau additionnée de solution d'azotate d'argent.

TEMPÉRATURE DE L'EAU AU MOMENT DE L'EXPÉRIENCE, 5°,5.

1° *Détermination du degré hydrotimétrique de l'eau à l'état naturel.*

40 centim. cubes ont donné une mousse persistante avec 10° de liqueur d'épreuve.

2° *Détermination du degré hydrotimétrique de l'eau après précipitation par l'oxalate d'ammoniaque.*

50 centim. cubes d'eau ont été additionnés de 2 centim. cubes de solution d'oxalate d'ammoniaque. L'eau, vivement agitée pendant quelques minutes, a été filtrée après une demi-heure.

40 centim. cubes essayés donnent une mousse persistante avec 4° de la liqueur d'épreuve.

3° *Détermination du degré hydrotimétrique de l'eau après l'ébullition.*

Un ballon jaugé est rempli d'eau jusqu'au trait circulaire marqué près du col. L'eau est maintenue en ébullition pendant une demi-heure. On laisse refroidir et l'on ajoute de l'eau distillée pour remplacer l'eau évaporée.

On agite vivement pendant quelques minutes pour redissoudre les sels de magnésie.

40 centim. cubes de la liqueur filtrée marquent 4 hydrotimétriques.

4° *Détermination du degré de l'eau bouillie et précipitée par l'oxalate d'ammoniaque.*

50 centim. cubes d'eau bouillie et filtrée sont additionnés de 2 centim. cubes de solution d'oxalate d'ammoniaque. On agite vivement pendant quelques minutes, puis on laisse reposer pendant une demi-heure environ.

40 centim. cubes de liqueur filtrée marquent 1° hydrotimétrique.

Ainsi :

1° L'action produite par les sels de chaux de magnésie et l'acide carbonique équi-

vaut à . . . . 10°

Par conséquent,

1 litre d'eau décompose 1 gr. de savon.

2° L'action produite par les sels de magnésie et l'acide carbonique libre étant équivalente à. . . . . 4°

Les sels de chaux équivalent à. . . . . 6°

3° L'action produite par les sels de chaux solubles et les sels de magnésie étant équivalente à. . . . . 6°-3° ou à 3°

L'action produite par le carbonate de chaux et l'acide carbonique est équivalente à. . . . . 6°

4° L'action produite par les sels de magnésie équivant à. . . . . 1°

Donc l'action de l'acide carbonique équivaut à. . . . . 10°-7 ou 3°

Le carbonate de chaux équivaut alors à. . . . . 6°-3° ou 3°

Et les sels de chaux solubles à. . . . . 6°-3° ou 3°

5° *Détermination du degré hydrotimétrique après addition de l'azotate de baryte.*

Nulle action n'est produite 40 centim. cubes d'eau additionnée de 5 centim. cubes de solution barytique ne donnent aucun précipité. Le degré hydrotimétrique pris après filtration ne subit aucun abaissement. Par conséquent, l'eau ne contient pas de sulfate.

6° *Détermination du degré hydrotimétrique après addition d'azotate d'argent.*

A 40 centim. cubes d'eau l'on ajoute 5 centim. cubes de liqueur argentique. La liqueur se trouble et fournit un précipité de chlorure d'argent. Essayée après filtration, elle ne marque plus que 15° au lieu de 20°.

C'est donc 5° pour le chlore combinés aux bases terreuses. Or il n'y a que 4° de chlorure soluble, chaux et magnésie. Il reste donc 1° correspondant probablement au chlorure de sodium.

Maintenant, si nous traduisons en poids les degrés correspondants aux différents sels, nous obtenons les résultats suivants :

Chaux	$6° = 6 \times 0^{gr},0057 = 0^{gr},0342$
Carbonate de chaux	$5° = 3 \times 0\ ,0103 = 0\ ,0309$
Chlorure de calcium	$3° = 3 \times 0\ ,0114 = 0\ ,0342$
Chlorure de magnésium	$1° = 1 \times 0\ ,0090 = 0\ ,0090$
Chlorure de sodium	$1° = 1 \times 0\ ,0120 = 0\ ,0120$
Acide carbonique	$3° = 3 \times 0^{lit},005 = 0^{lit},015$

Toutes les opérations ont été répétées, et dans le même ordre, pour les rivières suivantes :

Fontaine des Religieuses, fournissant l'eau à la ville de Châteauroux.
Séphons, prise à Levrouse.
Théols, prise à Issoudun.
Angolin, prise à Déols.
Claise, prise à Vandœuvre.
Bouzanne, prise à Chabenet.
Creuse, prise à Argenton.
Fouzon, prise à Graçay.
Nahon, prise à Valençay.
Arnon, prise à Reuilly.
Tournemine, prise à Issoudun.
Trégonee, prise à Villedieu.

Eau de la fontaine des Religieuses.

Températnre, 5°.

1° Degré hydotimétrique.	16°
1° Après précipitation par l'oxalate d'ammoniaque.	3°
3° Bouillie et filtrée.	5°
4° Bouillie, filtrée et précipitée par l'oxalate d'ammoniaque.	1°
5° Après précipitation par le chlorure d'argent.	2°

Rien pour l'azotate de baryte.

Par conséquent,

Les sels de chaux de magnésie, l'aeide earbonique, équivalent à.	16°
Les sels de chaux à.	13°
Les sels de magnésie à.	1°
L'acide earbonique à.	2°
Le earbonate de chaux à.	12°
Les sels de chaux solubles à.	1°
Le chlore à.	2°

Résultat en poids des sels contenus dans l'eau.

Chaux	13° = 13 × 0gr,0057 = 0gr,0741
Carbonate de ehaux	12° = 12 × 0 ,0103 = 0 ,1236
Chlorure de calcium	1° = 1 × 0 ,0114 = 0 ,0114
Chlorure de magnésium	1° = 1 × 0 ,0090 = 0 ,0090
Acide carbonique libre	2° = 2 × 0lit ,005 = 0lit, 010

Eau de l'Angolin prise entre Deols et Saint-Christophe à la planche Marban.

Température 5°.

1° Degré hydrotimétrique. . . . . 18°
2° Après précipitation par l'oxalate d'ammoniaque. . . . . 3°
3° Bouillie et filtrée. . . . . 5°
4° Bouillie, filtrée et précipitée par l'oxalate d'ammoniaque. . . . . . . 1°
5° Traitée par l'azotate de baryte . . . . 0°
6° Après précipitation par l'azotate d'argent. . . . . 2°

Par suite,

1 litre d'eau neutralise de savon. 1gr,80
Les sels de chaux, de magnésie et l'acide carbonique contenus dans un litre d'eau équivalent à. . . . . 18°
Les sels de chaux à. . . . . 15°
Les sels de magnésie à. . . . . 1°
L acide carbonique. . . . . 3°
Le carbonate de chaux. . . . . 14°
Les sels de chaux solubles . . . . 1°
Le chlore. . . . . 2°
L'acide sulfurique. . . . . 0°

Ce qui donne en poids :

Chaux..	15° = 15 × 0gr,0057	= 0gr,0855
Carbonate de chaux.	14° = 14 × 0gr,0103	= 0gr,1442
Chlorure de calcium.	1° = 1 × 0gr,0114	= 0gr,0114
Chlorure de magnésium.	1° = 1 × 0gr,0090	= 0gr,0090
Acide carbonique.	2° = 2 × 0lit,005	= 0lit,010

Eau de la Trégonce (prise à Villedieu).

Température 6°.

1° Degré hydrotimétrique. . . . . 21°
2° Après précipitation par l'oxalate d'ammoniaque. . . . . 3°
3° Bouillie et filtrée. . . . . 6°
4° Bouillie, filtrée et précipitée par l'oxalate d'ammoniaque. . . . . . . 2°
5° Traitée par l'azotate de baryte. . . . . 0°
6° Précipitée par l'azotate d'argent. . . . . 3°

Par suite,

1 litre d'eau neutralise de savon. . . . . $2^{gr},10$
Des sels de chaux, de magnésie et l'acide carbonique contenus dans un litre équivalent à. . . . . 21°
Les sels de chaux à. . . . . 18°
Le sels de magnésie à. . . . . 1°
L'acide carbonique à. . . . . 2°
Le carbonate de chaux à. 16°
Les sels de chaux solubles à. . . . . 2°
Le chlore à. . . . . 3°

Ce qui donne en poids :

Chaux.	18°	= 18 × $0^{gr},0057$	=	$0^{gr},1026$
Carbonate de chaux.	16°	= 16 × $0^{gr},0103$	=	$0^{gr},1648$
Chlorure de calcium.	2°	= 2 × $0^{gr},0114$	=	$0^{gr},0228$
Chlorure de magnésium.	1°	= 1 × $0^{gr},0090$	=	$0^{gr},0090$
Acide carbonique.	2°	= 1 × $0^{lit},005$	=	$0^{lit},010$

Eau de la Sephons prise à Levroux.

Température 7°.

1° Degré hydrotimétrique. . . . . 18°
2° Après précipitation par l'oxalate d'ammoniaque. . . . . 4°
3° Eau bouillie et filtrée. 7°
4° Eau bouillie, filtrée et précipitée par l'oxalate d'ammoniaque. . . . . . 2°
5° Précipitée par l'azotate de baryte. . . . . 2°
6° Précipitée par l'azotate d'argent. . . . . 4°

Par conséquent,

1 litre d'eau neutralise de savon. . . . . $1^{gr},80$
Les sels de chaux, de magnésie et l'acide carbonique équivalent à. . . . . 18°
Les sels de magnésie à. . . . . 2°
Les sels de chaux à. . . . . 14°
L'acide carbonique à. . . . . 2°
Le carbonate de chaux à. 12°
Les sels de chaux solubles à. . . . . 2°
L'acide sulfurique. . . . . 2°
Le chlore. . . . . 4°

Ce qui donne pour résultat :

Chaux.	$14^{\circ} = 14 \times 0^{gr},0057 = 0^{gr},0798$
Carbonate de chaux.	$12^{\circ} = 12 \times 0\ ,0103 = 0\ ,1236$
Chlorure de calcium.	$2^{\circ} = 2 \times 0\ ,0114 = 0\ ,0280$
Sulfate de magnésie.	$2^{\circ} = 2 \times 0\ ,0125 = 0\ ,0250$
Chlorure de sodium.	$2^{\circ} = 2 \times 0\ ,0120 = 0\ ,0240$
Acide carbonique.	$2^{\circ} = 2 \times 0^{lit},005\ = 0^{lit},010$

Eau du Nahon prise à Valençay.

Température 7°.

1° Degré hydrotimétrique. . . . . 19°
2° Après précipitation par l'oxalate d'ammoniaque. . . . . 1°
3° Bouillie et filtrée. . . . . 5°
4° Bouillie, filtrée et précipitée par l'oxalate d'ammoniaque. . . . . . . 0°
5° Après précipitation par l'azotate de baryte. . . . . 2°
6° Traitée par l'azotate d'argent. . . . . 0°

Par conséquent,

1 litre d'eau du Nahon neutralise de savon. 1gr,90
Les sels de chaux, de magnésie et l'acide carbonique contenus dans un litre équivalent à. . . . . 19°
Les sels de chaux équivalent à. . . . . 18°
Les sels de magnésie à. . . . . 0°
L'acide carbonique à . . . . 1°
Le carbonate de chaux. . . . . 16°
Le sulfate de chaux. . . . . 2°
L'acide sulfurique. . . . . 2°
Le chlore. . . . . 0°

Ce qui donne en poids :

Chaux.	$18^{\circ} = 18 \times 0^{gr},0057 = 0^{gr},1026$
Carbonate de chaux.. . . .	$16^{\circ} = 16 \times 0\ ,0103 = 0\ ,1648$
Sulfate de chaux	$2^{\circ} = 2 \times 0\ ,0140 = 0\ ,0280$
Acide carbonique.	$1^{\circ} = 1 \times 0^{lit},005\ = 0^{lit},005$

Théols. Prise à Issoudun (pont du chemin de fer).

Température 5°,5.

1° Degré hydrotimétrique de l'eau. . . . . 17°
2° Après précipitation par l'oxolate d'ammoniaque. . . . . 2°
3° Bouillie et filtrée. . . . . 5°
4° Bouillie, filtrée et précipitée par l'oxalate d'ammoniaque. . . . . . . 1°

5° Après précipitation par l'azotate de baryte. . . . . 0°
6° Après précipitation par l'azotate d'argent. . . . . 2°

Par conséquent,

1 litre d'eau de la Theols neutralise de savon. 1gr,70
Les sels de chaux, de magnésie et l'acide carbonique contenus dans un litre équivalent à. . . . . 17°
Les sels de chaux à. . . . . 15°
Les sels de magnésie à. . . . . 1°
L'acide carbonique à. . . . . 1°
Le carbonate de chaux à. . . . . 14°
Les sels de chaux solubles à. 1°
Le chlore à. . . . . 2°
L'acide sulfurique à. . . . . 0°

Ce qui donne en poids :

Chaux.	15° = 15 × 0gr,0057 = 0gr,0855
Carbonate de chaux.	14° = 14 × 0 ,0103 = 0 ,1442
Chlorure de calcium.	1° = 1 × 0 ,0114 = 0 ,0144
Chlorure de magnésium.	1° = 1 × 0 ,0090 = 0 ,0090
Acide carbonique.	1° = 1 × 0lit,005 = 0lit,005

Eau de la Tournemine (Issoudun).

Température, 5°.
1° Degré hydrotimétrique. . . . . 20°
2° Après précipitattion par l'oxalate d'ammoniaque. . . . . 3°
3° Bouillie et filtrée. . . . . 5°
4° Bouillie, filtrée et précipité par l'oxalate d'ammoniaque. . . . . . . 1°
5° Après précipitation par l'azotate de baryte. . . . . 0°
6° Après précipitation par l'azotate d'argent. . . . . 2°

Par suite,

1 litre d'eau neutralise de savon. 2gr
2° Les sels de chaux, de magnésie et l'acide carbonique contenus dans un litre équivalent à. . . . . 20°
Les sels de chaux à. . . . . 17°
Les sels de magnésie à. . . . . 1°
L'acide carbonique à. . . . . 2°
Le carbonate de chaux à. . . . . 16°
Les sels de chaux solubles à. 1°

Le chlore à. . . . . 2°
L'acide sulfurique à. . . . . 0°

Ce qui donne en poids :

Chaux.	17° = 17 × 0gr,0057	= 0gr,0969
Carbonate de chaux.	16° = 16° × 0 ,0103	= 0 ,1648
Chlorure de calcium.	1° = 1 × 0 ,0114	= 0 ,0114
Chlorure de magnésium.	1° = 1 × 0 ,0090	= 0 ,0090
Acide carbonique.	2° = 2 × 0lit,005	= 0lit,010

Eau de l'Arnon, prise à Reuilly.

Température, 6°.

1° Degré hydrotimétrique. 13°
2° Après précipitation par l'oxalate d'ammoniaque. . . . . 4°
3° Bouillie et filtrée. . . . . 7°
4° Bouillie, filtrée et précipitée par l'oxalate d'ammoniaque. . . . . . . 2°
5° Traitée par l'azotate de baryte. . . . . 0°
6° Après précipitation par l'azotate d'argent. . . . . 4°

Par suite,

1 litre d'eau neutralise de savon. 1gr,30
Les sels de chaux, de magnésie et l'acide carbonique contenus dans un litre équivalent à. . . . . 13°
Les sels de chaux à. . . . . 9°
Les sels de magnésie à. 2°
L'acide carbonique à. . . . . 2°
Le carbonate de chaux à. 7°
Les sels de chaux solubles à. . . . . 2°
Le chlore à. . . . . 4°

Ce qui donne en poids :

Chaux.	9° = 9 × 0gr,0057	= 0gr,0513
Carbonate de chaux.	7° = 7 × 0 ,0103	= 0 ,0721
Chlorure de calcium.	2° = 2 × 0 ,0114	= 0 ,0228
Chlorure de magnésium.	2° = 2 × 0 ,0090	= 0 ,0180
Acide carbonique.	2° = 2 × 0lit,005	= 0lit,010

Eau du Fouzon, prise à Graçay (Cher).

Température, 6°.

1° Degré hydrotimétrique. 32°

2° Après précipitation par l'oxalate d'ammoniaque. . . . . 12°
3° Bouillie et filtrée. . . . . 15°
4° Bouillie, filtrée et précipitée par l'oxalate d'ammoniaque. . . . . . . 9°
5° Traitée par l'azotate de baryte. . . . . 0°
6° Traitée par l'azotate d'argent. . . . . 12°

Par suite,

1 litre d'eau neutralise de savon. 3gr,20
Les sels de chaux, de magnésie et l'acide carbonique contenus dans un litre
équivalent à. . . . . 32°
Les sels de chaux à. . . . . 20°
Les sels de magnésie à. . . . . 9°
L'acide carbonique à. . . . . 3°
Le carbonate de chaux à. . . . . 17°
Le chlorure de calcium à. . . . . 3°
Le chlore à. . . . . 12°

Ce qui donne en poids :

Chaux.	20° = 20 × 0gr,0057 = 0gr,1140
Carbonate de chaux.	17° = 17 × 0 ,0103 = 0 ,1751
Chlorure de calcium.	3° = 3 × 0 ,0114 = 0 ,0342
Chlorure de magnésium.	9° = 9 × 0 ,0090 = 0 ,0810
Acide carbonique.	3° = 3 × 0lit,005 = 0lit,015

Eau de la Claise, prise à 2 kilomètres au-dessus de Vandœuvre.

Température, 6°.
1° Degré hydrotimétrique. . . . . 11°
2° Après précipitation par l'oxalate d'ammoniaque. . . . . 2°
3° Bouillie et filtrée. . . . . 7°
4° Bouillie, filtrée et précipitée par l'oxalate d'ammoniaque. . . . . . . 1°
5° Après précipitation par l'azotate de baryte. . . . . 2°
6° Après précipation par l'azotate d'argent. . . . . 3°

Par suite,

1 litre d'eau neutralise de savon. 1gr,10
Les sels de chaux, de magnésie et l'acide carbonique contenus dans un litre
équivalent à. . . . . 11°
Les sels de chaux à. . . . . 9°
Les sels de magnésie à. . . . . 1°

L'acide carbonique à. . . . . 1°
Le carbonate de chaux à. . . . . 6°
Les sels de chaux solubles à. . . . . 3°
L'acide sulfurique à. . . . . 2°
Le chlore à. . . . . 3°

Ce qui donne en poids :

Chaux.	$9° = 9 \times 0^{gr},0057 = 0^{gr},0513$
Carbonate de chaux.	$6° = 6 \times 0\ ,0103 = 0\ ,0618$
Chlorure de calcium.	$3° = 3 \times 0\ ,0114 = 0\ ,0342$
Sulfate de magnésie.	$1° = 1 \times 0\ ,0125 = 0\ ,0125$
Sulfate de soude.	$1° = 1 \times 0\ ,0146 = 0\ ,0146$
Acide carbonique.	$1° = 1 \times 0^{lit},005 = 0^{lit},005$

Eau de la Bouzanne, prise à Chabenet (*au pont des Roches*).

Température, 5°.
1° Degré hydrotimétrique. . . . . 9°
2° Après précipitation par l'oxalate d'ammoniaque. . . . . 2°
3° Bouillie et filtrée. . . . . 5°
4° Bouillie, filtrée et précipitée par l'oxalate d'ammoniaque. . . . 1°
5° Après précipitation par l'azotate de baryte. . . . . 2°
6° Après précipitation par l'azotate d'argent. . . . . 0°

Par suite,

1 litre d'eau neutralise de savon. . . . . $0^{gr},90$
Les sels de chaux, de magnésie et l'acide carbonique contenus dans un litre équivalent à. . . . . 9°
Les sels de chaux à. . . . . 7°
Les sels de magnésie à. . . . . 1°
L'acide carbonique à. . . . . 1°
Les sels de chaux solubles à. . . . . 1°
Le carbonate de chaux à. . . . . 6°
L'acide sulfurique à. . . . . 0°
Le chlore à. . . . . 2°

Ce qui donne en poids :

Chaux.	$7° = 7 \times 0^{gr},0057 = 0^{gr},0399$
Carbonate de chaux.	$6° = 6 \times 0\ ,0103 = 0\ ,0618$
Chlorure de calcium.	$1° = 1 \times 0\ ,0114 = 0\ ,0114$
Chlorure de magnésum.	$1° = 1 \times 0\ ,0090 = 0\ ,0090$
Acide carbonique.	$1° = 1 \times 0^{lit},005 = 0^{lit},005$

Eau de la Creuse, prise à Argenton.

Température 3°.

1° Degré hydrotimétrique. . . . . 1°
2° Après précipitation par l'oxalate d'ammoniaque. . . . . 0°
3° Bouillie et filtrée. . . . . 0°
4° Bouillie, filtrée et précipitée par l'oxalate d'ammoniaque. . . . . . . 0°
5° Traitée par l'azotate de baryte. . . . . 0°
6° Traitée par l'azotate d'argent. . . . . 0°

Par suite l'eau de la Creuse peut être considérée comme de l'eau entièrement pure. J'ai renouvelé l'expérience trois fois, et trois fois j'ai obtenu les mêmes résultats. Il m'a donc été impossible de pousser plus loin l'analyse.

Eau du Langlin, prise à Belâbre.

L'eau m'a manqué, il m'a été impossible d'en avoir.

Noms des rivieres.	Degré hydrotimetriquo.	Quantité de savon neutralisé.
Creuse.	1°.	0gr,10
Bouzanne.	9°.	0 ,90
Indre.	10°.	1 ,00
Claise.	11°.	1 ,10
Arnon.	13°.	1 ,30
Fontaine des Religieuses.	16°.	1 ,60
Theols.	17°.	1 ,70
Angolin.	18°.	1 ,80
Sephons.	18°.	1 ,80
Nahon.	19°.	1 ,90
Tournemine.	20°.	2 ,00
Trégonce.	21°.	2 ,10
Fouzon.	32°.	3 ,20

NOMS des rivières.	AFFLUENTS.	LIEU de provenance.	TEMPÉRATURE.	CHAUX.	CARBONATE de chaux.	CHLORURE de calcium.	CHLORURE de magnésium.	SULFATE de chaux.	SULFATE de magnésie.	CHLORURE de sodium.	SULFATE de soude.	C^2O^4.
				gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	lit.
	. . . .	Châteauroux.	5°,5	0,0342	0,0309	0,0342	0,0090	»	»	0,0120	»	0,015
Indre.	Angolin.	Deols.	5°	0,0855	0,1442	0,0114	0,0090	»	»	»	»	0,010
	Trégonce.	Villedieu.	6°	0,1026	0,1648	0,0228	0,0090	»	»	»	»	0,010
	Arnon.	Reuilly.	6°	0,0513	0,0721	0,0228	0,0180	»	»	»	»	0,010
	Theols.	Issoudun.	5°,5	0,0855	0,1442	0,0114	0,0090	»	»	»	»	0,005
	Tournemine.	Issoudun.	5°	0,0969	0,1648	0,0114	0,0090	»	»	»	»	0,010
Cher.	Fouzon.	Graçay.	6°	0,1140	0,1751	0,0342	0,0810	»	»	»	»	0,015
	Nahon.	Valençay.	7°	0,1026	0,1648	»	»	0,0280	»	»	»	0,005
	Sephons.	Levroux.	7°	0,0798	0,1236	0,0228	»	»	0,0250	0,0240	»	0,010
	Creuse.	Argenton.	5°	Inappréciable, 1 centigr. de sels en dissolution.								
	Bouzanne.	Chabenet.	5°	0,0399	0,0618	0,0114	0,0090	»	»	»	»	0,005
Vienne.	Claise.	Vandœuvre.	6°	0,0513	0,0618	0,0342	»	»	0,0125	»	0,0146	0,005
	Langlin.	Belâbre.		»	»	»	»	»	»	»	»	»
	Fontaine des Religieuses.	Eau de la ville (Châteauroux)	5°	0,0741	0,1236	0,0114	0,0090	»	»	»	»	0,10

Les résultats obtenus au moyen de l'analyse hydrotimétrique pouvant être soumis à controverse, je dois dire que l'analyse quantitative de l'acide carbonique et de la chaux faite par la méthode ordinaire, avec tous les soins désirables, m'a donné des résultats concordant en tous points avec ceux fournis par l'analyse hydrotimétrique.

Ayant opéré dans les mêmes conditions pour toutes les rivières, je puis croire à l'exactitude des résultats obtenus.

Un fait digne de remarque, c'est la présence du sulfate dans la Claise, la Sephons et le Nahon.

Ces résultats presque identiques, cette proportion de sels terreux augmentant à mesure que l'on s'éloigne du plateau central, concordent avec la nature du terrain. Mais rien ne vient déceler la présence d'une substance, si ce n'est la grande abondance des matières organiques dans les eaux de la Brenne, pouvant expliquer les anomalies que M. de la Tremblais signale dans sa statistique. J'ajouterai pourtant que, malgré tous mes efforts, je n'ai pu trouver dans l'Indre une parcelle d'iode. Pour les autres principes tenus en dissolution, le temps m'a manqué pour en déterminer la nature. Au reste, comme je l'ai dit en commençant, ce travail bien incomplet, mais nécessité par la circonstance, n'est qu'un premier jalon jeté pour des recherches importantes ayant pour but l'hydrologie complète des départements,

La valeur relative des rivières employée aux irrigations,

L'hydrologie spéciale de la Brenne, puis l'analyse des différents sols, notamment celui de cette dernière contrée.

Le Directeur,
BUSSY.

Permis d'imprimer.
Le Vice-recteur,
A. MOURIER.

Imprimé par E. Thunot et Cᵉ, rue Racine, 26.

